

(1)

Japanese Patent Laid-open No. HEI 11-229159 A

Publication date : August 24, 1999

Applicant : Mitsubishi Denki K.K.

Title : DISCHARGE SURFACE TREATMENT APPARATUS AND DISCHARGE  
5 SURFACE TREATMENT METHOD USING THE SAME

[0011] In a third discharge surface treatment method  
according to the present invention, the discharge treatment  
conditions in the first or the second discharge surface  
10 treatment method include polarity of discharge pulse, peak  
current, open voltage, pulse-on time, pulse-off time and  
serve voltage.

[0017] It is noted that the green compact electrode 5  
15 used in this embodiment was prepared from powders having a  
particle size of about 10  $\mu\text{m}$  and having a content gradient,  
which was prepared by continuously varying the amount ratio  
(% by volume) of Ni powder:  $\text{TiH}_2$  powder within 7:3 to 0:10.  
More specifically, the electrode was formed, for example,  
20 by laying powders having different mixing ratios on top of  
another in an electrode mold, followed by subjecting to  
pressure-molding.

[0018] Furthermore, the same effect as mentioned above  
can be obtained by forming the side of the green compact  
25 electrode 5 facing the work 6 from a relatively soft metal

Ni powder, and other parts thereof from  $\text{TiH}_2$  powder containing a relatively hard metal Ti, as shown in Fig. 4. Fig. 4 depicts a green compact electrode that can be used in the second embodiment of the present invention. In the 5 figure, reference numeral 9 represents a green compact electrode, 10 a part formed of Ni powder and 11 a part formed of  $\text{TiH}_2$  powder.

[0019] The gradient of the green compact electrode is attained by varying the contents of electrode materials. 10 However, the gradient of the green compact electrode can be attained by varying a particle size of powder (e.g., 2 to 20  $\mu\text{m}$ ) or varying the contents of the electrode materials and the particle size. Furthermore, the same effect can be obtained by using V (vanadium), Nb (niobium), Ta (tantalum), 15 Cr (chromium), Mo (molybdenum), or W (tungsten) other than Ti, and further by using a mixture of these and other substances such as other metals and ceramics.

[0020] Third embodiment

A case will be explained where a surface treated layer 20 excellent in surface characteristics (satisfying specification required for a surface treated layer) is formed on a workpiece material by using a discharge surface treatment apparatus described in the first embodiment. Fig. 5 depicts the operation of a discharge treatment condition 25 controlling unit of the discharge surface treatment

apparatus according to the first embodiment of the present invention. More specifically, Fig. 5(a) is a characteristic graph of the relationship between discharge treatment energy (discharge treatment conditions) and surface characteristics when a green compact electrode (electrode characteristics) is formed of powders different in particle size. Fig. 5(b) is a characteristic graph of the relationship between discharge treatment energy and the film thickness of the surface treatment layer. In the figures, the term "discharge treatment energy" is a product of peak current and pulse-on time. In the case of a particle size of 5  $\mu\text{m}$  (indicated by a circle in the figures), the discharge treatment energy in terms of surface characteristics is selected from E1 to E2, as shown in Fig. 5(a) and the most suitable discharge treatment energy in terms of film thickness can be determined with reference to Fig. 5(b). On the other hand, in the case of a particle size of 1  $\mu\text{m}$  (indicated by a triangle in the figures), the film thickness increases but surface characteristics decrease at the discharge treatment energy employed in the case of 5  $\mu\text{m}$ -particle size. Therefore, discharge treatment energy can be selected from E0 to E1 to form a good coating film.

[Fig. 5] A graph for explaining an operation of the discharge treatment condition controlling unit of the discharge surface treatment apparatus according to the present invention.

5

[Fig. 5]

(a)

Bad

Good

10 Surface characteristics

Particle size

Discharge treatment energy

(b)

15 Thick

Thin

Film thickness

Particle size

Discharge treatment energy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-229159

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 2 3 C 26/00

識別記号

F I  
C 2 3 C 26/00

D

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-33182

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月16日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 今井 祥人

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 三宅 英孝

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 後藤 昭弘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

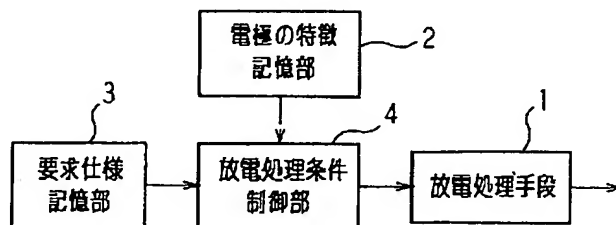
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 放電表面処理装置およびこれを用いた放電表面処理方法

(57) 【要約】

【課題】 被処理材に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができる放電表面処理装置を得る。

【解決手段】 放電表面処理装置は放電処理手段、要求仕様記憶部、電極の特徴記憶部および放電処理条件制御部を備えたものである。電極の特徴記憶部からの出力結果と要求仕様記憶部の要求仕様とから放電処理手段の処理条件を放電処理条件制御部により制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面処理材料または表面処理材料の元となる材料からなる圧粉体電極と被処理材との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に表面処理層を形成する放電処理手段、上記表面処理層の要求仕様を記憶する要求仕様記憶部、上記圧粉体電極の放電処理に関連する特性を記憶する電極の特徴記憶部、並びにこの電極の特徴記憶部からの出力結果と上記要求仕様記憶部の要求仕様とから上記放電処理手段の放電処理条件を制御する放電処理条件制御部を備えた放電表面処理装置。

【請求項 2】 放電処理条件が放電パルスの極性、ピーク電流、オープン電圧、パルスオン時間、パルスオフ時間またはサーボ電圧であることを特徴とする請求項 1 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 3】 放電処理に関連する電極の特性が、電極材料成分もしくは粒径、電極長さ、電極面積、電極成型圧または傾斜的上記特性であることを特徴とする請求項 1 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 4】 傾斜的特性が電極材料成分または粒径であることを特徴とする請求項 3 に記載の放電表面処理装置。

【請求項 5】 表面処理材料または表面処理材料の元となる材料からなる圧粉体電極と被処理材との間に電圧を印加して放電処理することにより上記被処理材の表面に表面処理層を形成する放電表面処理方法において、上記表面処理層の要求仕様と、上記圧粉体電極の放電処理に関連する特性とにより上記放電処理条件を制御する放電表面処理方法。

【請求項 6】 放電処理条件の制御を放電処理状態または表面処理層の性状によりおこなうことを特徴とする請求項 5 に記載の放電表面処理方法。

【請求項 7】 放電処理条件が放電パルスの極性、ピーク電流、オープン電圧、パルスオン時間、パルスオフ時間またはサーボ電圧であることを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の放電表面処理方法。

【請求項 8】 放電処理に関連する電極の特性が、電極材料成分もしくは粒径、電極長さ、電極面積、電極成型圧または傾斜的上記特性であることを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の放電表面処理方法。

【請求項 9】 傾斜的特性が電極材料成分または粒径であることを特徴とする請求項 8 に記載の放電表面処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば金属またはセラミック等に、放電表面処理により表面処理層を形成する放電表面処理装置およびこれを用いた放電表面処理方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図 8 は例えば特開平 7-70761 号公報に記載されている液中放電による表面処理装置を説明するための説明図で、液中放電によって例えばアルミニウムまたはアルミニウム合金等の金属材料の被処理材表面をコーティングして、耐食性や耐磨耗性を与えるものである。図 8 において 6 は被処理材、8 は加工液で例えばクロシン等の油を用い、14 は圧粉体電極、15 は被処理材 6 に形成された表面処理層である。例えば、被処理材 6 の表面に Ti 系の被膜を形成する場合、まず、TiH<sub>2</sub>（水素化チタン）系の圧粉体電極 14 により、クロシン等放電により炭素を発生する加工液中 8 において放電を発生させる。この放電により電極 14 が消耗し、その成分である Ti が極間に放出される。この Ti が放電により熱分解された加工液の成分である炭素と反応して TiC となり、被処理材 6 の表面に表面処理層 15 が形成できる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、例えば、上記のようにして、TiH<sub>2</sub>（水素化チタン）の圧粉体電極によりアルミ合金への表面処理を行った場合には、アルミ合金と TiC 被膜の硬度差が大きすぎるために、すぐに被膜が剥離してしまうという課題があった。また、圧粉体電極の材料成分もしくは粒径、電極長さ、電極面積または電極製作時の成形圧などが異なる場合や、電極が傾斜的的特性を有する場合には、圧粉体電極の部分により電気伝導度や熱伝導度が異なるため、表面処理中の放電エネルギーが一定の場合、電極消耗状況が異なるので、面性状が悪化し、密着性や耐磨耗性に劣る表面処理層が形成されるという課題があった。即ち、従来の放電表面処理装置を用いた表面処理方法では、被処理材に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができなかった。

【0004】 本発明は、かかる課題を解決するためになされたもので、被処理材に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができる放電表面処理装置およびこれを用いた放電表面処理方法を得ることを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る第 1 の放電表面処理装置は、表面処理材料または表面処理材料の元となる材料からなる圧粉体電極と被処理材との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に表面処理層を形成する放電処理手段、上記表面処理層の要求仕様を記憶する要求仕様記憶部、上記圧粉体電極の放電処理に関連する特性を記憶する電極の特徴記憶部、並びにこの電極の特徴記憶部からの出力結果と上記要求仕様記憶部の要求仕様とから上記放電処理手段の放電処理条件を制御する放電処理条件制御部を備えたものである。

【0006】 本発明に係る第 2 の放電表面処理装置は、上記第 1 の放電表面処理装置において、放電処理条件が

放電パルスの極性、ピーク電流、オープン電圧、パルスオン時間、パルスオフ時間またはサーボ電圧のものである。

【0007】本発明に係る第3の放電表面処理装置は、上記第1の放電表面処理装置において、放電処理に関連する電極の特性が、電極材料成分もしくは粒径、電極長さ、電極面積、電極成型圧または傾斜的上記特性のものである。

【0008】本発明に係る第4の放電表面処理装置は、上記第3の放電表面処理装置において、傾斜的特性が電極材料成分または粒径のものである。

【0009】本発明に係る第1の放電表面処理方法は、表面処理材料または表面処理材料の元となる材料からなる圧粉体電極と被処理材との間に電圧を印加して放電処理することにより上記被処理材の表面に表面処理層を形成する放電表面処理方法において、上記表面処理層の要求仕様と、上記圧粉体電極の放電処理に関連する特性とにより上記放電処理条件を制御する方法である。

【0010】本発明に係る第2の放電表面処理方法は、上記第1の放電表面処理方法において、放電処理条件の制御を放電処理状態または表面処理層の性状によりおこなう方法である。

【0011】本発明に係る第3の放電表面処理方法は、上記第1または第2の放電表面処理方法において、放電処理条件が放電パルスの極性、ピーク電流、オープン電圧、パルスオン時間、パルスオフ時間またはサーボ電圧の方法である。

【0012】本発明に係る第4の放電表面処理方法は、上記第1または第2の放電表面処理方法において、放電処理に関連する電極の特性が、電極材料成分もしくは粒径、電極長さ、電極面積、電極成型圧または傾斜的上記特性の方法である。

【0013】本発明に係る第5の放電表面処理方法は、上記第4の放電表面処理方法において、傾斜的特性が電極材料成分または粒径の方法である。

【0014】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は本発明の第1の実施の形態の放電表面処理装置の構成を示す説明図であり、図2はこの放電表面処理装置を用いた放電表面処理の処理過程を示すフローチャートである。図において、1は表面処理材料または表面処理材料の元となる材料からなる圧粉体電極と被処理材との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に表面処理層を形成する放電処理手段、2は圧粉体電極の放電に関連する電極の特性を記憶する電極の特徴記憶部、3は被処理材に形成される表面処理材の要求仕様を記憶する要求仕様記憶部、4は電極の特徴記憶部2からの出力結果と上記要求仕様記憶部の要求仕様とから上記放電処理手段1の放電処理条件を制御する放電処理条件制御部である。

【0015】まず、ステップ1で被処理材に形成する表面処理層の硬度、耐摩耗性、密着性、膜厚または面あらかさなどの要求仕様を要求仕様記憶部3に記憶し、ステップ2で圧粉体電極の放電に関連した特性、例えば電極材料成分もしくは粒径、電極長さ、電極面積、電極製作時の成形圧または電極の傾斜的上記特性等を記憶する。次に、ステップ3で電極の特徴記憶部2と要求仕様記憶部3とから、放電処理に適した放電パルスの極性、ピーク電流、オープン電圧、パルスオン時間、パルスオフ時間またはサーボ電圧等の放電処理条件を放電処理条件制御部4により設定し、それに基づきステップ4で放電処理手段1により放電処理をおこない、ステップ5で表面処理層が要求仕様に達した時点で放電処理を終了する。なお、ステップ1とステップ2は前後してもよい。

【0016】実施の形態2. 実施の形態1に示した放電表面処理装置を用いて、被処理材に硬度変化がなめらかである表面処理層（表面処理層の要求仕様）を形成する場合について説明する。図3は上記実施の形態1における放電表面処理装置による被処理材の放電処理を説明する説明図である。図において、6は被処理材、8は加工液でクロシン等の油、5は圧粉体電極、7は表面処理層である。また、圧粉体電極5としては、TiH<sub>2</sub>の粉体量とNiの粉体量を徐々に変化させ組成に傾斜性をもたせたもの（電極の特徴）を用いた。即ち、被処理材6側は比較的柔らかい金属であるNi粉体の量を、比較的硬い金属であるTiを含むTiH<sub>2</sub>粉体の量より多くなるように徐々に変化させている。次に、上記電極を用いて上記表面処理層を被処理材に形成するための放電処理条件として、電極と被処理材間に一定の放電エネルギーで放電を発生させると設定し、クロシン等放電により炭素を発生する加工液中8において放電処理し、図に示すように成分に傾斜性を有する表面処理層7を得ることができた。即ち、被処理材6と表面処理層7との接触部分にはNi量が多く、表面処理層7の上面部に向かってNi量が減少し、それにつれて従来と同様にして得られたTiCの量が増加するので、TiC単独で形成されているより硬度変化がなめらかとなり、高硬度な表面処理層被膜の形成と同時にその剥離を抑制することができた。

【0017】なお、本実施の形態で用いた圧粉体電極5は、粒径10μm程度の粉体を用い、Ni粉体量：TiH<sub>2</sub>粉体量＝7：3～0：10（体積％）で連続的に変化させたものを用い傾斜性をもたせた。なお、上記電極は例えば混合比率の異なる粉体を電極型内に積層させた後、加圧成形することにより製作した。

【0018】また、図4のように、圧粉体電極5のワーク6側を比較的柔らかい金属であるNiの粉体で形成し、他を比較的硬い金属であるTiを含むTiH<sub>2</sub>の粉体で形成することにより上記と同様の効果を得ることができる。図4は本発明の第2の実施の形態で用いることができる圧粉体電極の説明図で、図において、9は圧粉

体電極、10はNiの粉体で形成された部分、11はTiH<sub>2</sub>の粉体で形成された部分である。

【0019】また、本圧粉体電極の傾斜性を電極材料成分にもたせたが、圧粉体電極の傾斜性を粒径（例えば2～20μm）または電極材料と粒径の両方にもたせることでもよい。また、Ti以外にもV（バナジウム）、Nb（ニオブ）、Ta（タンタル）、Cr（クロム）、Mo（モリブデン）またはW（タングステン）等を使用しても、さらにこれらに他の金属やセラミックス等を混合したものを使用しても同様の効果を得ることができる。

【0020】実施の形態3. 実施の形態1に示した放電表面処理装置を用いて、被処理材に面性状に優れた表面処理層（表面処理層の要求仕様）を形成する場合について説明する。図5は本発明の実施の形態1の放電表面処理装置における放電処理条件制御部の動作を説明するための説明図で、異なる粒径からなる圧粉体電極（電極の特徴）を用いた場合の放電処理エネルギー（放電処理条件）による面性状の関係を示す特性図（図5（a））と、放電処理エネルギーと表面処理層の膜厚との関係を示す特性図（図5（b））を示す。図において放電処理エネルギーとはピーク電流とパルスオン時間の積である。粒径が5μmの場合（図中○）には、図5（a）に示すように面性状の点から放電処理エネルギーはE1～E2から選らばれ、図5（b）に示すように膜厚の点から最適な放電処理エネルギーを決定すればよい。一方、粒径が1μmの場合（図中△）には、粒径が5μmの場合に使用した放電処理エネルギーでは、膜厚が厚くなるものの面性状が悪化するため、放電処理エネルギーはE0～E1から選ぶことにより良質な被膜を形成することができる。

【0021】実施の形態4. 図6は本発明の第4の実施の形態の放電表面処理装置の構成を示す説明図であり、図7はこの放電表面処理装置を用いた放電表面処理の処理過程を示すフローチャートである。図において、1～4は図1と同様であり、12は放電処理手段1で放電が正常に行われているか（例えば短絡が生じているか）否かを検出する放電処理状態検出部、13は表面処理層の性状が正常であるか否かを検出する表面処理層の性状検出部である。つまり、最初に設定する放電処理条件は外乱の影響がないものと想定しているが、実際は処理くずの排出状態等により上記条件では対応できない状態が発生する。これを例えば短絡状態で、連続して放電が発生しているか否かを検出する。また、例えば最初に設定した放電処理条件が不適切であるか、または放電の進行に伴い放電処理条件が不適切になると、面粗さが悪くなり、被膜の厚さが不均一になり表面処理層の性状が悪くなることから、表面層の性状から放電処理状態を検出することができる。

【0022】まず、図7において、ステップ4までは図2と同様にして放電処理手段1により放電処理をおこな

う。処理時間が長くなると放電処理中に圧粉体電極の特徴が変化するが、その変化に対応することにより、より要求仕様に沿った表面処理層を得ることができる。即ち、図7において、ステップ6、7で放電処理中、放電処理状態が正常であるか否かを判断し、異常であれば放電処理条件制御部4で放電処理条件を修正し正常ならステップ8、9で、被処理材に形成された表面処理層の性状が正常であるか否かを判断し、異常であれば放電処理条件制御部4で放電処理条件を修正し正常ならステップ5で表面処理層が要求仕様に達した時点で放電処理を終了する。なお、ステップ1とステップ2およびステップ6、7とステップ8、9は前後してもよく、ステップ6、7とステップ8、9は実行回数を最初から決めていても良い。

【0023】実施の形態1に示す放電表面処理装置を用いた放電表面処理方法のように、放電処理条件制御部による放電処理条件の決定は、表面処理前に一度だけ実行しても良いが、処理中に圧粉体電極等の特徴が変化する場合または形成する表面処理層が厚膜（20μm程度）である場合、良質な表面処理層を得るためには実施の形態4に示す放電表面処理装置を用いた放電表面処理方法のように、放電処理条件制御部による放電条件の決定を複数回実行して修正することが望ましい。

#### 【0024】

【発明の効果】本発明の第1の放電表面処理装置によれば、表面処理材料または表面処理材料の元となる材料からなる圧粉体電極と被処理材との間に電圧を印加して放電を発生させることにより上記被処理材の表面に表面処理層を形成する放電処理手段、上記表面処理層の要求仕様を記憶する要求仕様記憶部、上記圧粉体電極の放電処理に関連する特性を記憶する電極の特徴記憶部、並びにこの電極の特徴記憶部からの出力結果と上記要求仕様記憶部の要求仕様とから上記放電処理手段の放電処理条件を制御する放電処理条件制御部を備えたものであり、被処理材に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができるという効果がある。

【0025】本発明の第2の放電表面処理装置によれば、上記第1の放電表面処理装置において、放電処理条件が放電パルスの極性、ピーク電流、オープン電圧、パルスオン時間、パルスオフ時間またはサーボ電圧のものであり、被処理材に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができるという効果がある。

【0026】本発明の第3の放電表面処理装置によれば、上記第1の放電表面処理装置において、放電処理に関連する電極の特性が、電極材料成分もしくは粒径、電極長さ、電極面積、電極成型圧または傾斜的上記特性のものであり、被処理材に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができるという効果がある。

【0027】本発明の第4の放電表面処理装置によれば、上記第3の放電表面処理装置において、傾斜的特性



が電極材料成分または粒径のものであり、被処理材に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができるという効果がある。

【0028】本発明の第1の放電表面処理方法は、表面処理材料または表面処理材料の元となる材料からなる圧粉体電極と被処理材との間に電圧を印加して放電処理することにより上記被処理材の表面に表面処理層を形成する放電表面処理方法において、上記表面処理層の要求仕様と、上記圧粉体電極の放電処理に関連する特性とにより上記放電処理の放電処理条件を制御する方法であり、被処理材に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができるという効果がある。

【0029】本発明の第2の放電表面処理方法は、上記第1の放電表面処理装置において、放電処理条件の制御を放電処理状態または表面処理層の性状によりおこなう方法であり、被処理材に要求仕様をさらに満たす表面処理層を形成することができるという効果がある。

【0030】本発明の第3の放電表面処理方法は、上記第1または第2の放電表面処理方法において、放電処理条件が放電パルスの極性、ピーク電流、オープン電圧、パルスオン時間、パルスオフ時間またはサーボ電圧であり、被処理材により十分に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができるという効果がある。

【0031】本発明の第4の放電表面処理方法は、上記第1または第2の放電表面処理方法において、放電処理に関連する電極の特性が、電極材料成分もしくは粒径、

電極長さ、電極面積、電極成型圧または傾斜的上記特性であり、被処理材に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができるという効果がある。

【0032】本発明の第5の放電表面処理方法は、上記第4の放電表面処理方法において、傾斜的特性が電極材料成分または粒径であり、被処理材に要求仕様を満たす表面処理層を形成することができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係わる放電表面処理装置の構成を示す説明図である。

【図2】 本発明に係わる放電表面処理装置を用いた放電表面処理の処理過程を示すフローチャートである。

【図3】 本発明に係わる放電表面処理装置による被処理材の放電処理を説明する説明図である。

【図4】 本発明に係わる圧粉体電極の説明図である。

【図5】 本発明に係わる放電表面処理装置における放電処理条件制御部の動作を説明するための説明図である。

【図6】 本発明に係わる放電表面処理装置の構成を示す説明図である。

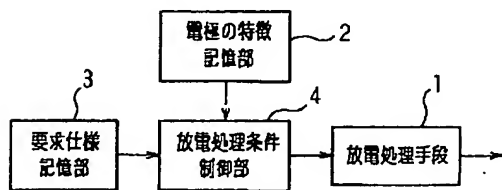
【図7】 本発明に係わる放電表面処理装置を用いた放電表面処理の処理過程を示すフローチャートである。

【図8】 従来の放電表面処理装置による被処理材の放電処理を説明する説明図である。

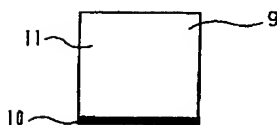
#### 【符号の説明】

5 圧粉体電極、7 表面処理層。

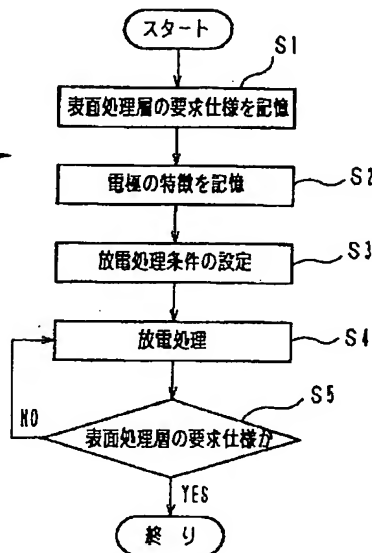
【図1】



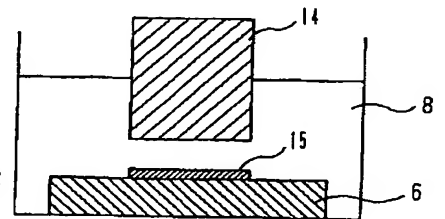
【図4】



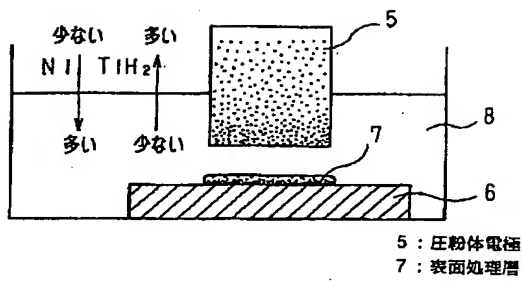
【図2】



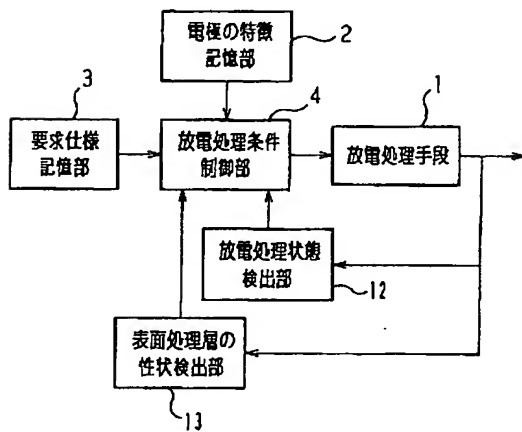
【図8】



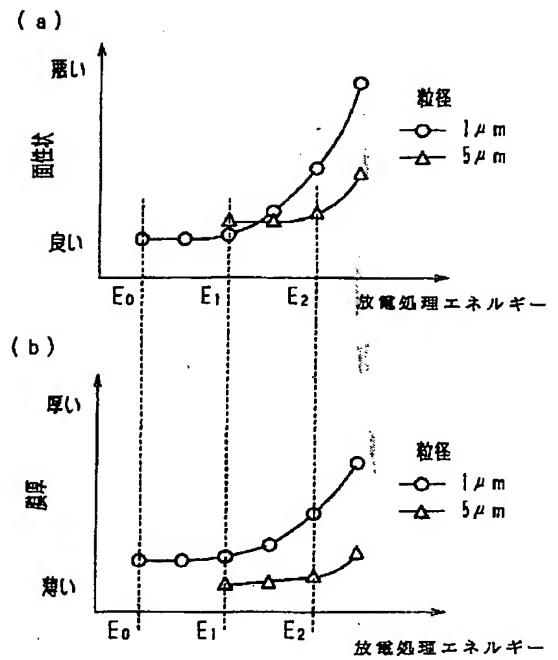
【図 3】



【図 6】



【図 5】



【図 7】

